ПАРАЗИТОЛОГИЯ, XVIII, 4, 1984

УДК 576.895.133 : 597.583.1

ПЛОДОВИТОСТЬ СКРЕБНЯ ACANTHOCEPHALUS LUCII (ECHINORHYNCHIDAE)

В. Г. Серов

Изучена плодовитость скребня (*Acanthocephalus lucii*). Рассматривается зависимость общего числа яиц (потенциальная плодовитость) и числа зрелых яиц, готовых к вымету (фактическая плодовитость) у самок паразита, от длины и массы тела. Приводятся данные о трех размерно-структурных группах яиц. Предполагается, что самки скребня в течение репродуктивного периода способны дать около 10 пометов.

Acanthocephalus lucii (Müller, 1787) — паразит, широко распространенный в пределах европейской части СССР. К настоящему времени накопился материал по биологии скребня (Андрюк, 1974, 1976, 1979). Однако при исследовании биологии паразитов, как правило, не изучается их плодовитость (у скребней она редко исследовалась), хотя этот показатель наряду с численностью, распределением, биомассой и другими параметрами позволяет глубже понять как биологию паразита, так и особенности отношений в системе паразит—хозяин (Бауер, 1980).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Сбор материала проводили на р. Припять Гомельской обл. Белорусской ССР в 1981—1982 гг. Для определения плодовитости из 100 экз. окуня различных возрастных групп были отобраны и зафиксированы 70°-градусным спиртом половозрелые самки скребня. Всего было исследовано более 200 самок, разделенных на 12 размерных классов.

Покровы самок разрывали в солонках с водой. Затем методом отмучивания в 10 мл воды яйца паразита переводили во взвешенное состояние. Из 10 мл взвеси брали 0.1 мл, помещали на расчерченную стеклянную пластину и подсчитывали число яиц в этой пробе под микроскопом. На каждую самку давали 10-кратную повторность подсчетов, в результате которых выводили среднее число яиц для каждой отдельной самки. Сырую массу самок определяли на торсионных весах.

В практике ихтиопаразитологических исследований все чаще приходится сталкиваться с необходимостью знать не только линейные размеры животных, но и массу тела. Особенно важно располагать такими данными при расчете биомассы и продукции, а также для определения ряда других эколого-физиологических характеристик. Часто при проведении подобных исследований возникает потребность определить массу тела животного без его взвешивания. Наиболее универсальным является расчет массы тела животного по его линейным размерам. Подобный прием расчета для водных беспозвоночных предложен уже давно. Установлено, что между массой тела животного и его длиной существует степенная зависимость типа

$$W = aL^k,$$

где W — масса тела, L — длина животного, a, k — константы.

Расчет параметров степенных уравнений, приводимых в работе, осуществлялся способом наименьших квадратов. Математический аппарат исходных

уравнений этого способа подробно изложен в соответствующих руководствах по статистике, поэтому мы приводим только те выражения, которые использовали при расчете рассматриваемых параметров степенного уравнения.

Величину коэффициента a определяли с помощью следующего уравнения

$$\lg a = \frac{\Sigma (\lg x \cdot \lg y) \Sigma \lg x - \Sigma (\lg x)^2 \cdot \Sigma \lg y}{(\Sigma \lg x)^2 - n \Sigma (\lg x)^2},$$

где n — число экспериментальных точек.

Для расчета k были применены два тождества, которые одновременно дают возможность проверить правильность расчета не только значения k, но и a. Необходимым условием этого является полное совпадение значения k в обоих случаях по меньшей мере до третьего знака после запятой

$$k_1 = \frac{\Sigma \lg y - n \lg a}{\Sigma \lg x},$$

$$k_2 = \frac{\Sigma (\lg x \cdot \lg y) - \lg a \cdot \Sigma \lg x}{\Sigma (\lg x)^2}.$$

Статистическая оценка параметров степенного уравнения проведена с помощью следующих формул

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\Sigma y^2}{n} - \bar{y}^2}, \quad \sigma_x = \sqrt{\frac{\Sigma x^2}{n} - \bar{x}^2}, \quad \sigma_k = \frac{\sigma_y}{\sigma_x} \sqrt{\frac{1 - r^2}{n}},$$

$$\sigma_a = \sigma_y \sqrt{1 - r^2}, \quad r = \frac{\Sigma (\lg x \cdot \lg y) - n \cdot \bar{y} \cdot \bar{x}}{n \sigma_x \cdot \sigma_y},$$

где r — коэффициент корреляции.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для изученного нами скребня определено соотношение между его длиной и массой тела. Определение проводили во всем доступном нам размерном диапазоне вида. Минимальная длина и масса обнаруженных нами скребней из окуня р. Припять составляют 2 мм и 0.26 мг, максимальная — соответственно 20 мм и 15.2 мг.

В численном виде зависимость массы тела от длины у *A. lucii* характеризуется следующими уравнениями

$$W = 0.1129 \cdot L^{1.66}, \tag{1}$$

$$W = 1.027 \cdot L - 4.9. \tag{2}$$

Уравнение (1) отвечает всему размерному диапазону паразита, уравнение (2) действует только в отношении половозрелых самок и не описывает размерные группы 1—7 мм. Из рис. 1 видно, насколько эмпирические данные соответствуют теоретическим. Парабола и прямая, полученные с помощью уравнений 1 и 2, вполне удовлетворительно описывают эмпирические точки на графике.

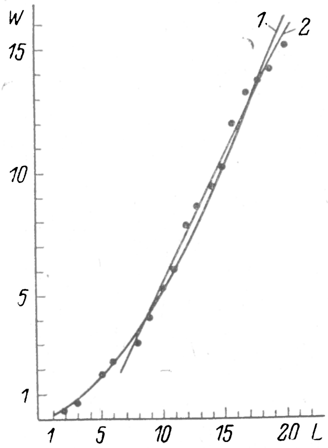
Таким образом, с помощью уравнения 1 можно рассчитать массу любой размерной группы скребня (коэффициент корреляции 0.99), а с помощью уравнения 2 массу половозрелых самок данного паразита.

Помимо этого, нами выявлена взаимосвязь между общим числом зрелых и незрелых яиц у самок *A. lucii* (потенциальная плодовитость) и длиной и массой тела паразита. Показано, что с увеличением длины и массы тела животного потенциальная плодовитость возрастает (рис. 2, 3). На рис. 2 и 3 представлены полученные нами эмпирические данные, отражающие связь потенциальной плодовитости самок с длиной и массой их тела. Каждая точка на графиках представляет собой среднее арифметическое от общего числа яиц 15—25 самок скребня данной размерной группы. Диапазон колебаний общего числа яиц у различных размерных групп скребня довольно значителен. Так, у самок дли-

ной 9 мм и массой 4.1 мг (минимальная средняя длина и масса обнаруженных нами половозрелых самок) общее число яиц в среднем равно 64 120 (lim 65.140—72 170); у самок длиной 20 мм и массой 15.2 мг—257 150 (lim 253 300—268 710) яиц, т. е. увеличивается в 4 раза.

Существование функциональной зависимости между плодовитостью и длиной тела установлено у многих водных животных. В общем виде эту зависимость можно записать: $E=aL^k$, где E—потенциальная плодовитость, L—длина тела, a и k — коэффициенты.

Подобную зависимость можно ожидать между плодовитостью и массой тела животного, но в том случае, если существует функциональная связь между



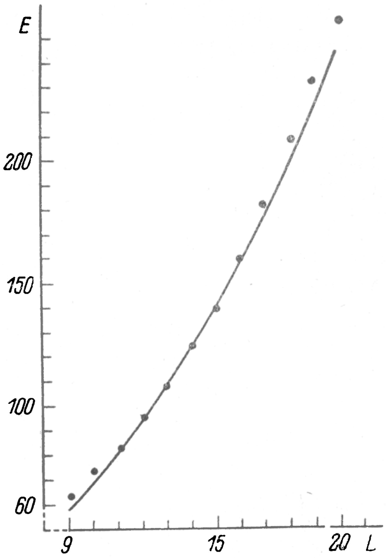


Рис. 1. Зависимость массы тела (W, мг) от длины (L, мм) у скребня *A. lucii*.

Рис. 2. Зависимость потенциальной плодовитости (E, тыс) от длины тела (L, мм) половозрелых самок *A. lucii*.

общим числом яиц у самки и ее длиной типа $E=aL^k$, или между массой тела самок и их длиной, т. е. $W=aL^k$ (Хмелева, 1973).

Учитывая, что наши данные удовлетворяют этим требованиям, нами, помимо уравнения зависимости потенциальной плодовитости от длины тела паразита, было рассчитано уравнение степенной зависимости этого показателя от массы тела самок. Эти уравнения имеют вид

$$E = 1201 \cdot L^{1.77}, \quad (3)$$

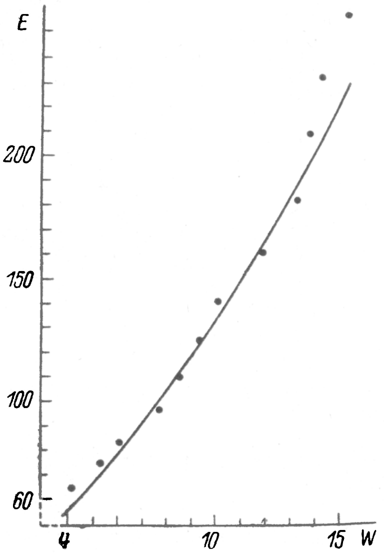
$$E = 12\,337 \cdot W^{1.06}. \quad (4)$$

При использовании уравнений 3 и 4 получающаяся в результате расчетов величина потенциальной плодовитости будет включать в себя яйца всех стадий зрелости.

В связи с этим нами было также определено соотношение числа зрелых и незрелых яиц в самках скребня. Подсчет показал, что с увеличением числа незрелых яиц увеличивается число зрелых — готовых к вымету (рис. 4). В то же время увеличение абсолютного числа как зрелых, так и незрелых яиц сопровождается снижением процента незрелых и увеличением процента зрелых по отношению к их общему количеству (рис. 5). Так, у самок длиной 9 мм процент зрелых и незрелых яиц равен соответственно 18 и 82, у самок длиной 15 мм — 38.3 и 61.7, у самок длиной 20 мм —48.4 и 51.6. Учитывая то, что максимальный размер самок *A. lucii*, по литературным данным (Бауер и др., 1977), составляет 25 мм, можно предположить, что соотношение зрелых и незрелых яиц у самок этого размера еще более увеличится в пользу зрелых и составит примерно 70 и 30%. Следует отметить, что нами в процессе изучения вопроса о плодо-

витости скребня были выделены три основные размерные группы яиц, которые мы подразделили на три категории зрелости, исходя при этом не только из их размеров, но и структуры: I — яйца незрелые (0.052—0.075 мм), II — промежуточная стадия (недозрелые) (0.082—0.098), III — яйца зрелые (0.100—0.132).

Все три группы яиц были найдены в каждой исследованной самке. В связи с этим немаловажное значение имеет динамика изменений числа зрелых яиц, готовых к вымету (фактическая плодовитость). Этот показатель может дать более точную картину репродуктивных возможностей организма и играет важную роль при оценке численности инвазионного начала во внешней среде.



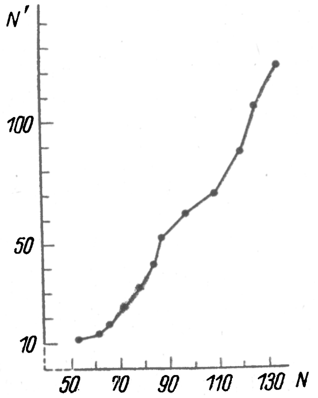


Рис. 3. Зависимость потенциальной плодовитости (E, тыс) от массы тела (W, мг) половозрелых самок *A. lucii*.

Рис. 4. Соотношение зрелых (N', тыс) и незрелых (N, тыс) яиц у половозрелых самок *A. lucii*.

На рис. 6 графически представлено изменение фактической плодовитости скребня в зависимости от его длины. Результаты математической обработки показали, что зависимость фактической плодовитости от длины самок может быть выражена степенным уравнением типа

$$E_f = 10.6 \cdot L^{3.129}. \quad (5)$$

На основании этого уравнения нетрудно определить число яиц, откладываемых самками любого размера. Во всем размерном ряду самок паразита фактическая плодовитость изменяется в 11 раз, т. е. от 11 540 яиц у только что приступивших к размножению самок до 124 460 у особей длиной 20 мм. Помимо этого, подсчитана величина отношения максимальной и минимальной длины исследованных половозрелых самок. Данный показатель позволяет говорить о потенциальных возможностях линейного роста самок в период размножения. По нашим данным, он равен 2.2, т. е. за период от первой до последней кладки самки увеличивают свой размер примерно в два раза. Масса тела самок скребня за этот же период увеличивается в 3.7 раза.

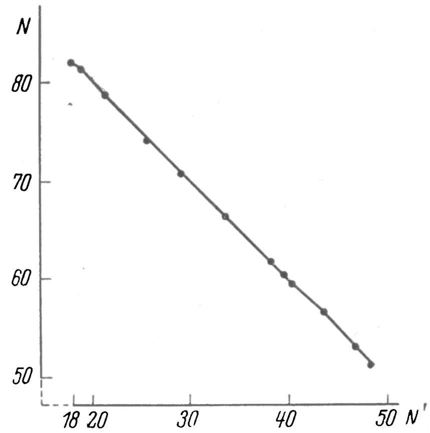
В процессе расчетов было установлено, что для всего размерного ряда половозрелых самок *A. lucii* средний процент зрелых яиц от их общего числа равен примерно 30%. Предположив, что каждый последующий вымет яиц в среднем на 30% больше предыдущего, и зная минимальную и максимальную фактическую плодовитость самок в исследованном размерном диапазоне, можно ориентировочно рассчитать число выметов яиц за репродуктивный период. Исходя из минимальной фактической плодовитости и предположения, что каждый последующий вымет яиц больше предыдущего в среднем на 30%, можно рассчитать число яиц в каждом последующем помете, исходя из уравнения, которое имеет вид

$$E_i = 1.3^{i-1} \cdot E, \quad (6)$$

где i — 1, 2, 3, . . . n — выметы яиц, E — минимальная фактическая плодовитость самки. Далее, переведя уравнение 6 в логарифмическую форму, находим, что

$$I_n = 8.78 (\lg E_n - \lg E) + 1, \qquad (7)$$

где I_n — общее число выметов яиц, E_n — максимальная фактическая плодовитость самки, E — минимальная фактическая плодовитость.



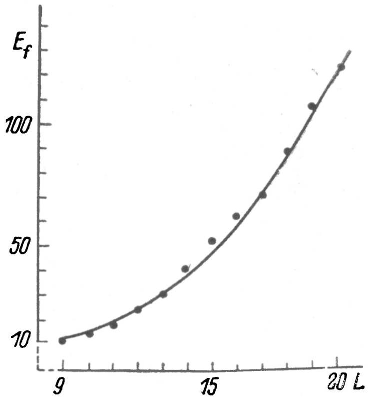


Рис. 5. Процентное соотношение зрелых (N', %) и незрелых (N, %) яиц у половозрелых самок *A. lucii.*

Рис. 6. Зависимость фактической плодовитости (E, тыс) от длины тела (L, мм) у половозрелых самок *A. lucii.*

Расчет общего числа пометов следует ограничивать максимальной фактической плодовитостью самок в данной популяции.

В результате подстановки числовых значений в уравнение 7 получаем, что самка скребня *A. lucii* способна 10 раз выметать яйца в течение репродуктивного периода.

Таким образом, зная минимальную и максимальную фактическую плодовитость паразита в данной популяции, получаем возможность приблизительно определить как общее число пометов у самок данного вида (7), так и число яиц в любом из пометов (6). Исходя из количества пометов и числа яиц в каждом из них, подсчитано, что за репродуктивный период одна самка скребня выметывает около 600 000 яиц.

Предлагаемые способы определения плодовитости, числа пометов, числа яиц в каждом из пометов и других показателей несомненно требуют более детальных исследований. В первую очередь необходимо знать биологию размножения вида, цикличность его развития, а также количество резорбирующихся яиц. Поэтому нами планируется продолжение исследований в этом направлении.

Литература

Андрюк Л. В. Развитие скребня Acanthocephalus lucii в промежуточном хозяине. — Бюл. ВИГИС, 1974, вып. 13, с. 9—13.

Андрюк Л. В. Зараженность водяного ослика (A. aquaticus) личинками скребней рода Acanthocephalus в бассейне верхнего Днепра. — В кн.: 2-й Всес. симпоз. по болезням и паразитам водных беспозвоночных. Л., 1976, с. 5.

Андрюк Л. В. Цикл развития скребня Acanthocephalus lucii (Echinorhynchidae). — Паразитология, 1979, т. 13, вып. 5, с. 530—539.

Бауер О. Н. Популяционная экология паразитов рыб, состояние и перспективы. — Паразитол. сб. ЗИН АН СССР. Л., 1980, т. 29, с. 24—34.

Гигиняк Ю. Г. Плодовитость некоторых видов ракообразных сублиторали моря Дейвиса (Антарктика). — Океанология, 1978, т. 18, вып. 3, с. 537—541.

Хмелева Н. Н. Биология и энергетический баланс морских равноногих ракообразных. Киев, Наукова думка, 1973. 183 с.

Институт зоологии
АН БССР, Минск

Поступило 27 IV 1983

FECUNDITY OF ACANTHOCEPHALUS LUCII (ECHINORHYNCHIDAE)

V. G. Serov

SUMMARY

Fluctuations in the number of eggs in different size groups of females of *A. lucii* are rather significant. In females 9 mm in length and 4.1 mg in mass potential fecundity is equal on an average to 64 120, in females 20 mm in length and 15.2 mg in mass — to 257 150 eggs, i. e. it increases by a factor of four. At the same time the value of actual fecundity varies by a factor of eleven, i. e. from 11 540 eggs in females which have just started the reproduction to 124 460 eggs in females 20 mm in length. Potential and actual fecundity are in relation to the length of female's body. Three size groups of eggs are considered. During the reproduction period the female of *A. lucii* is assumed to lay about 600 000 eggs.